

(51)Int.Cl.⁷

G11B 11/105

識別記号

586

516

FI

G11B 11/105

テマコード*(参考)

586M 5D075

516K

審査請求 未請求 請求項の数5 O.L (全12頁)

(21)出願番号 特願2001-4851(P2001-4851)

(22)出願日 平成13年1月12日(2001.1.12)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 青木 山香里

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74)代理人 100088328

弁理士 金田 朝之 (外2名)

Fターム(参考) 5D075 C008 EE03 FF04 FF12

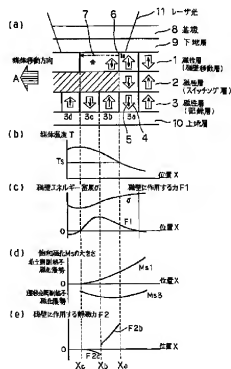
FI02 GG03

(54)【発明の名称】 光磁気記録媒体および情報再生方法

(57)【要約】

【課題】 磁壁移動開始位置の揺らぎをなくし、ジッターの抑制された信号再生を行うことが可能な光磁気記録媒体を提供する。

【解決手段】 磁壁が移動する磁壁移動層(1)と、情報を蓄積する記録層(3)と、これら磁壁移動層と記録層間に設けられた、それらの層より低いキュリー温度を有するスイッチング層(2)とを備え、磁壁移動層(1)、スイッチング層(2)、記録層(3)は、スイッチング層(2)のキュリー温度以下で交換結合すると共に、磁壁移動層(1)と記録層(3)とはスイッチング層(2)のキュリー温度近傍の交換結合した状態で互いの飽和磁化が反平行になるように構成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁壁が移動する磁壁移動層と、情報を蓄積する記録層と、前記磁壁移動層と記録層間に設けられた、それらの層より低いキュリー温度を有するスイッチング層とを備え、前記磁壁移動層、スイッチング層、記録層は、前記スイッチング層のキュリー温度以下で交換結合すると共に、前記磁壁移動層と前記記録層とは前記スイッチング層のキュリー温度近傍の交換結合した状態で互いの飽和磁化が反平行になるように構成されていることを特徴とする光磁気記録媒体。

【請求項2】 前記磁壁移動層は、前記スイッチング層のキュリー温度近傍で希土類副格子磁化が優勢となるように構成され、

前記記録層は、前記スイッチング層のキュリー温度近傍で遷移金属副格子磁化が優勢となるように構成されていることを特徴とする請求項1に記載の光磁気記録媒体。

【請求項3】 前記磁壁移動層は、そのキュリー温度と前記スイッチング層のキュリー温度との間で補償温度を持つことを特徴とする請求項2に記載の光磁気記録媒体。

【請求項4】 前記磁壁移動層は、前記スイッチング層のキュリー温度近傍で遷移金属副格子磁化が優勢となるように構成され、

前記記録層は、前記スイッチング層のキュリー温度近傍で希土類副格子磁化が優勢となるように構成されていることを特徴とする請求項1に記載の光磁気記録媒体。

【請求項5】 請求項1乃至4のいずれかに記載された光磁気記録媒体において行われる記録情報の再生方法であって、

前記光磁気記録媒体上に前記スイッチング層のキュリー温度を超える温度域を有する所定の温度分布をレーザー光により形成し、前記スイッチング層のキュリー温度を超える温度域の領域において前記磁壁移動層と記録層との交換結合を切断するとともに、前記磁壁移動層に形成された磁壁を前記温度分布の温度勾配に基づき発生する駆動力と前記記録層からの静磁力とによって高温側へ移動させるステップと、

前記レーザー光の前記媒体からの反射光を利用して前記記録層に蓄積された情報を検出するステップとを含むことを特徴とする情報再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、磁気光学効果を利用してレーザー光により情報の記録/再生を行う光磁気記録媒体およびその情報再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 書き換え可能な記録媒体として、各種の磁性記録媒体が実用化されている。特に、半導体レーザーの熱エネルギーを用いて磁性薄膜に磁区を書き込んで情報を記録し、磁気光学効果を用いてこの記録情報を読

み出す光磁気記録媒体は、高密度記録が可能な大容量可換媒体として期待されている。近年、動画像のデジタル化の動きとあいまって、これらの磁性記録媒体の記録密度を高めてさらに大容量の記録媒体とする要求が高まっている。

【0003】 一般に、光記録媒体の線記録密度は、再生光学系のレーザ波長 λ 及び対物レンズの開口数 NA に大きく依存する。すなわち、再生光学系のレーザ波長 λ と対物レンズの開口数 NA が決まるとビームウェストの径が決まるため、信号再生可能な記録ビットの空間周波数は $2NA/\lambda$ 程度が限界となってしまう。したがって、従来の光ディスクで高密度化を実現するためには、再生光学系のレーザ波長を短くするか、対物レンズの開口数を大きくする必要がある。しかしながら、レーザ波長を短くすることは素子の効率、発熱等の問題から容易ではない。また、対物レンズの開口数を大きくすると、焦点深度が浅くなる等の理由から、機械的精度に対する要求が厳しくなるという問題が生じる。

【0004】 そこで、最近では、レーザ波長や対物レンズの開口数を変えずに、記録媒体の構成や再生方法を工夫して記録密度を改善する、いわゆる超解像技術が種々開発されている。

【0005】 例えば、特開平3-93058号においては、磁気的に結合される再生層と記録保持層とを有したなる多層膜の、記録保持層に信号記録を行うとともに、再生層の磁化の向きを揃えた後、レーザー光を照射して加熱し、再生層の昇温領域に、記録保持層に記録された信号を転写しながら読み取る信号再生方法が提案されている。この方法によれば、再生時の符号間干渉を減少させることができるとともに、再生用のレーザーのスポット径に対して、このレーザーによって加熱されて転写速度に達し信号が検出される領域は、より小さな傾城に限定できるため、 $2NA/\lambda$ 以上の空間周波数の信号を再生することが可能である。

【0006】 しかしながら、上記の再生方法は、再生用レーザー光のスポット径に対して、有効に使用される信号検出領域が小さくなるため、再生信号振幅が低下し、十分な再生出力が得られないという欠点を有している。このため有効信号検出領域をスポット径に対してあまり小さくすることはできず、結局は光学系の回折限界で決まる記録密度に対して、大幅な高密度化を達成することはできない。

【0007】 上記問題点を解決する方法の1つとして、特開平6-290496号公報には、記録マーク（磁区）の境界部に存在する磁壁を記録媒体に生じた温度勾配に従って高温側へ移動させることで、再生信号振幅を低下させることなく、光学系の分解能を超えた記録密度の信号再生を可能にした方法が開示されている。

【0008】 以下、この再生方法について詳細に説明する。

【0009】図8は、上記公報に開示された光磁気記録媒体およびその情報再生原理を説明するための図で、

(a) は光磁気記録媒体の構成および再生用の光ビームが照射された部分の磁化状態を示す模式的断面図、

(b) はその光ビーム照射時の光磁気記録媒体に形成される温度分布を示すグラフ、(c) は(b)の温度分布に対応する磁壁移動層の磁壁エネルギー密度 σ の分布を示すグラフである。

【0010】図8(a)に示すように、この光磁気記録媒体の磁性層は、磁壁移動層である磁性層111、スイッチング層である磁性層112、記録層である磁性層113が順次積層されてなる。ここでは、磁性層111が、再生用光ビームが照射される側面に形成されている。各層中の矢印114は原子スピンの向きを表している。この原子スピン114の向きが相互に逆向きの領域の境界部には磁壁115が形成されている。

【0011】矢印118は媒体移動方向を表わしており、記録層が媒体移動方向118の方向へ移動することで、光ビームスポット116が記録層の情報トラックに沿って移動する。この光ビームスポット116が照射された部分では、図8(b)に示すように、ビームの移動方向に対して、スポットの前方から温度が上昇し、位置Xcに温度のピークが来るような温度分布が生じる。ここでは、位置Xaにおいて、媒体温度が磁性層112のキュリー温度近傍の温度Tsに達するようになっている。

【0012】磁性層111における磁壁エネルギー密度 σ の分布は、図8(c)に示すように、光ビームスポット116のスポットの後方の温度ピークの近傍において極小となり、スポットの前方ほど大きくなる。この様に、位置X方向に磁壁エネルギー密度 σ の勾配があると、位置Xに存在する各層の磁壁に対して下式から求められる力Fが作用する。

【0013】

$$\text{【数1】 } F = \partial \sigma / \partial X \quad (1)$$

この力Fは、磁壁エネルギーの低い方に磁壁を移動させるように作用する。磁性層111は、磁壁抗磁力が小さく、磁壁移動度も大きいので、単層の場合にはこの力Fによって容易に磁壁115が移動する。ただし、位置Xaよりスポットの前方側に位置する領域においては、媒体温度がTsより低く、磁壁抗磁力の大きな磁性層113と交換結合しているために、磁壁115は移動せず、抗磁力の大きな磁性層113中の磁壁の位置と対応する位置に固定されている。

【0014】この光磁気記録媒体では、媒体移動方向118の方向に媒体が移動し、磁性層111の磁壁115が位置Xaの位置に来ると、その磁壁115の部分における媒体温度が磁性層112のキュリー温度近傍の温度Tsまで上昇し、磁性層111と磁性層113との間の交換結合が切断される。この結果、磁性層111の磁壁

115は、破線矢印117で示した様に、より温度が高く、より磁壁エネルギー密度の小さな領域へと断片的に移動する。光ビームスポット116の下を磁壁115が通過すると、位置Xaから位置Xcの範囲で磁性層111の原子スピンは一方に揃う。

【0015】媒体の移動に伴って磁壁115が位置Xaに来る度に、スポットの下を磁壁115が断片的に移動し、位置Xaから位置Xcの範囲に記録磁区が拡大し、磁性層111の原子スピンは一方に揃う。この結果、再生信号の振幅は、記録されている磁壁の間隔（即ち記録マーク長）によらず、常に一定かつ最大の振幅になり、光学的な回折限界に起因した波形干渉等の問題から完全に解放される。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の特開平6-290496号公報に記載の再生方法においては、磁壁移動を起こすのに必要とされる力Fは、図8(c)に示したように、温度Ts近傍ではあまり大きくない。このため、磁壁移動開始位置が揺らいでしまい、再生信号のジッターが大きくなってしまふ。

【0017】本発明の目的は、磁壁移動開始位置の揺らぎをなくし、ジッターの抑制された信号再生を行うことが可能な光磁気記録媒体およびその情報再生方法を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の光磁気記録媒体は、磁壁が移動する磁壁移動層と、情報を蓄積する記録層と、前記磁壁移動層と記録層間に設けられた、それらの層より低いキュリー温度を有するスイッチング層とを備え、前記磁壁移動層、スイッチング層、記録層は、前記スイッチング層のキュリー温度以下で交換結合すると共に、前記磁壁移動層と前記記録層とは前記スイッチング層のキュリー温度近傍の交換結合した状態で互いの飽和磁化が反平行になるように構成されていることを特徴とする。

【0019】本発明の情報再生方法は、上記の光磁気記録媒体において行われる記録情報の再生方法であって、前記光磁気記録媒体上に前記スイッチング層のキュリー温度を超える温度域を有する所定の温度分布をレーザー光により形成し、前記スイッチング層のキュリー温度を超える温度域の領域において前記磁壁移動層と記録層の間の交換結合を切断するとともに、前記磁壁移動層に形成された磁壁を前記温度分布の温度勾配に基づき発生する駆動力と前記記録層からの静磁力とによって高温側へ移動させるステップと、前記レーザー光の前記媒体からの反射光を利用して前記記録層に蓄積された情報を検出するステップとを含むことを特徴とする。

【0020】上記のとおり本発明においては、磁壁移動層と記録層とはスイッチング層のキュリー温度近傍の交換結合した状態で互いの飽和磁化が反平行になるよう

に構成されているので、温度勾配による磁壁移動にもともなう磁区の拡大に際して磁壁には第2の駆動力が働く。つまり、拡大する磁壁移動層の磁区が、磁区拡大方向における記録層の隣接する記録磁区から磁区を拡大する方向の淨遠磁界Hを受けることにより、磁壁移動層及び記録層の飽和磁化Mに比例した静磁力($M \cdot H$)が発生し、この静磁力が上記磁壁移動層の磁壁移動の第2の駆動力として働くのである。

【0021】このように、本発明によれば、磁壁移動開始直後において、磁壁を移動させるための駆動力として、温度勾配による第1の駆動力と、磁壁移動層及び記録層の飽和磁化に比例した静磁力による第2の駆動力とが生じるので、従来のものより、磁壁移動開始温度 T_s 直後の磁壁の駆動力が第2の駆動力が加わった分だけ増大することとなり、結果的に、磁壁移動開始位置が安定することとなる。

【0022】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0023】図1は本発明の一実施形態である光磁気記録媒体およびその情報再生原理を説明するための図で、

(a)は光磁気記録媒体の構成および再生用光ビーム照射による磁化状態の変化を示す模式的断面図、(b)はその再生用光ビーム照射時の光磁気記録媒体に形成される温度分布を示すグラフ、(c)は(b)の温度分布に対応する磁壁移動層の磁壁エネルギー密度 σ の分布及び温度勾配による駆動力F1を示すグラフ、(d)は(b)の温度分布に対応する、磁壁移動層の飽和磁化および記録層の飽和磁化の分布を表すグラフ、(e)は(d)の飽和磁化分布によって生じる静磁力の分布を表すグラフである。

【0024】図1(a)に示す光磁気記録媒体の構成は、本形態の光磁気記録媒体の基本的な構成であって、基板8上に下地層9、磁壁移動層である磁性層1、スイッチング層である磁性層2、記録層である磁性層3、上地層10が順次積層されている。磁性層1が再生用光ビーム照射面側に位置しており、基板8側から再生用光ビームであるレーザ光11が照射され、磁性層1の表面に再生スポットが形成される。記録媒体が矢印Aの方向に移動することで、再生スポットが情報トラック上を移動する。

【0025】磁性層3には、記録磁区3a、3b、3c、3d…が順次形成されており、媒体温度が磁性層2のキュリー温度 T_s 以下の領域では、磁性層1と磁性層3が交換結合することにより、磁性層3の記録磁区がそのまま磁性層1の記録磁区として転写された状態になっている。図1(a)中、磁性層1の記録磁区1aは、磁性層3の記録磁区3aが転写されたものである。また、白抜き矢印4は各磁区の飽和磁化を表し、黒線矢印5は遷移金属原子スピンの向きを表している。

【0026】レーザ光11が照射された部分では、図1(b)に示すような、レーザ光11の移動方向に対して温度勾配を有する温度分布が生じる。図1(b)に示す例では、レーザ光11の再生スポットの先端(再生スポットの、移動方向に対して最も前側に位置する部分)から少し後方(図1では左)に位置する位置Xaにおいて、記録媒体の温度が磁性層2のキュリー温度 T_s に達しており、位置Xaよりさらに後方側の領域においては、媒体温度はキュリー温度 T_s を超えており、磁性層1と磁性層3との間の交換結合が切断された状態となっている。

【0027】上記の温度分布に対応する磁性層1の磁壁エネルギー密度 σ の分布は、図1(c)に示すように、位置X方向(再生スポットの移動方向)に勾配を有し、図1(b)に示した温度分布のピーク値の近傍に極小値を持つ。この様に、位置X方向に磁壁エネルギー密度 σ の勾配があると、位置Xに存在する各層の磁壁に対して以下の式から求まる力F1が作用する。

【0028】

$$[数2] F1 = \partial \sigma / \partial X \quad (2)$$

【0029】この力F1は、磁壁エネルギーの低い方に磁壁を移動させるように作用する。磁性層1は磁壁抗磁力が小さく、磁壁移動度も大きいので、この力F1によって磁壁6が移動する。ただし、位置Xaより前方(図では右側)の領域では、媒体温度が磁性層2のキュリー温度 T_s に達していないので、磁壁抗磁力の大きな磁性層3との交換結合により、磁壁は磁性層3中の磁壁の位置に対応した位置に固定される。

【0030】この光磁気記録媒体では、矢印Aの方向に記録媒体が移動し、磁性層1の磁壁6が位置Xaの位置に来ると、その磁壁6の位置における媒体温度が磁性層2のキュリー温度 T_s まで上昇し、磁性層1と磁性層3との間の交換結合が切断される。この結果、磁性層1の磁壁6は、破線矢印7で示した様に、より温度が高く、より磁壁エネルギー密度の小さな領域へと瞬間的に移動する。媒体の移動に伴って磁壁が位置Xaに来る度に、再生スポットの下に磁壁が瞬間的に移動する。

【0031】以上の力F1による磁壁移動の原理は、前述の特開平6-290496号公報に開示された光磁気記録媒体の場合と同じである。本形態の光磁気記録媒体では、磁壁移動の際に、上述の力F1に加えて、磁性層1、3の飽和磁化によって生じる以下のような静磁力F2が働く。

【0032】本形態では、磁性層1、3のそれぞれに、図1(b)に示した温度分布に対して図1(d)に示すような飽和磁化が生じる。図1(d)中、飽和磁化Ms1は磁性層1における飽和磁化を表わし、飽和磁化Ms2は磁性層3における飽和磁化を表わす。磁性層1は、磁性層2のキュリー温度 T_s の近傍で希土類原子磁化が優勢となっており、磁性層3は、磁性層2のキュリー

温度 T_s の近傍で遷移金属副格子磁化が優勢となっている。

【0033】磁性層1の記録磁区には、磁性層3の記録磁区からの浮遊磁界によって、それぞれの飽和磁化 M_{s1} 、 M_{s2} に比例した静磁的な力 F_2 (図1(e)) に示す F_{2b} および F_{2c} が作用する。この静磁力 F_2 は、磁性層1の拡大する磁区の飽和磁化と、拡大する磁区が通過する位置の磁性層3の記録磁区の飽和磁化が同じ向きの時、磁区を拡大させる方向に作用する。本形態の光磁気記録媒体では、この静磁力 F_2 からの磁区を拡大させる方向への作用を、磁壁移動に利用する。

【0034】以下、本形態の光磁気記録媒体の情報再生動作について説明する。

【0035】本形態の光磁気記録媒体は、図1(d)に示したように、磁性層2のキュリー温度 T_s 近傍で、磁性層1は希土類副格子磁化が優勢となり、磁性層3は遷移金属副格子磁化が優勢となる。このため、磁性層2のキュリー温度 T_s に達する位置 X_a 近傍では、図1

(a) に示したように、交換結合された磁性層1、3の間では、磁性層1の飽和磁化 M_{s1} の飽和磁化 M_{s1} と磁性層3の記録磁区3aの飽和磁化 M_{s3} の方向は反平行(互いの磁化の向きが反対方向)となる。

【0036】まず、位置 X_a (媒体温度が磁性層2のキュリー温度 T_s に達する位置)と位置 X_b (磁性層3の記録磁区3b、3cの間の磁壁の位置)の間の領域を磁壁6が通過する場合について考える。この領域では、磁性層1の記録磁区1aの飽和磁化 M_{s1} と磁性層3の記録磁区3bの飽和磁化 M_{s3} が同じ方向を向くため、図1(e)に示したような、磁区を拡大させる方向へ作用する静磁力 F_2 が生じる。磁壁6の移動には、この静磁力 F_2 と上記式(2)より求まる力 F_1 の2つの力が作用する。このように、磁区を拡大させる方向へ作用する静磁力 F_2 が生じることで、磁壁移動開始温度 T_s 直後の磁壁6の駆動力が増大し、結果的に、磁壁移動開始位置が安定することになる。

【0037】次に、位置 X_b と位置 X_c (磁性層3の記録磁区3c、3dの間の磁壁の位置)の間の領域を磁壁6が通過する場合について説明する。この領域では、磁性層1の記録磁区1aの飽和磁化 M_{s1} と磁性層3の記録磁区3cの飽和磁化 M_{s3} が反対方向を向くため、図1(e)に示したような、磁区を拡大させない方向へ作用する静磁力 F_2 が生じるが、この領域における媒体温度は十分に高いため、その静磁力 F_2 は小さく、上述の式(2)より求まる力 F_1 が十分に大きいので、この力 F_1 のみで磁壁6には十分な駆動力が作用する。

【0038】以上の動作から分かるように、本形態の光磁気記録媒体では、磁壁移動開始直後から十分な磁壁駆動力を得ることができる。図2(a)に記録層の記録磁区の一例を示し、図2(b)に図2(a)の記録磁区を上述の再生方法で再生した場合の再生信号を示し、図2

(c)に図2(a)の記録磁区を従来の再生方法で再生した場合の再生信号を示す。図2(a)中、黒線矢印5は遷移金属原子スピンの向きを表しており、各記録磁区毎に遷移金属原子スピンの向きが反転している。図2

(b)と図2(c)との比較から分かるように、本形態の光磁気記録媒体によれば、位置 X_a に達した直後から磁壁移動が確実に起こり、矩形性の良い再生信号波形が得られ、ジッターが改善される。

【0039】以上説明した本実施形態の光磁気記録媒体では、磁性層3は磁性層2のキュリー温度 T_s 近傍で遷移金属副格子磁化が優勢となるような構成とされているが、この磁性層3を希土類金属副格子磁化優勢となるような構成にしてもよい。

【0040】また、上述した本実施形態の光磁気記録媒体の構成に加えて、更に Al 、 $AlTa$ 、 $AlTi$ 、 $AlCr$ 、 Cu などからなる金属層を付加して、熱的な特性の調整ができるようにしてもよい。さらに、高分子樹脂からなる保護コートを付与してもよい。さらに、各層が成膜された基板を貼り合わせた構成としてもよい。

【0041】また、上述した本実施形態の光磁気記録媒体の構成において、各磁性層1〜3は、種々の磁性材料によって構成することが考えられるが、例えば、 Pr 、 Nd 、 Sm 、 Gd 、 Tb 、 Dy 、 Ho などの希土類金属元素の一種類あるいは二種類以上が $10 \sim 40 \text{ at} \%$ と、 Fe 、 Co 、 Ni などの鉄族元素の一種類あるいは二種類以上が $90 \sim 60 \text{ at} \%$ とで構成される希土類-鉄族非晶質合金によって構成してもよい。また、耐食性向上などのために、これに Cr 、 Mn 、 Cu 、 Ti 、 Al 、 Si 、 Pt 、 In などの元素を少量添加してもよい。

【0042】重希土類-鉄族非晶質合金の場合、飽和磁化は、希土類元素と鉄族元素との組成比により制御することが可能である。また、キュリー温度も、組成比により制御することが可能であるが、飽和磁化と独立に制御するためには、鉄族元素として、 Fe の一部を Co で置き換えた材料を用い、置換量を制御する方法がより好ましく利用できる。即ち、 $Fe_{1-x}Al_x$ を Co で置換することにより、6℃程度のキュリー温度上昇が見込めるので、この関係を用いて所望のキュリー温度となるように Co の添加量を調整することができる。また、 Cr 、 Ti などの非磁性元素を微量添加することにより、逆にキュリー温度を低下させることも可能である。さらにまた、二種類以上の希土類元素を用いてそれらの組成比を調整することでもキュリー温度を制御することができる。

【0043】上記の他に、ガーネット、白金族-鉄族周期構造膜、もしくは白金族-鉄族合金などの材料も使用可能である。

【0044】磁性層1としては、例えば、 $GdCo$ 、 $GdFeCo$ 、 $GdFe$ 、 $NdGdFeCo$ などの垂直磁

気異方性の小さな希土類-鉄族非晶質合金や、ガーネット等のパブルメモリ用材料を用いることが望ましい。磁性層3としては、例えば、 $TbFeCo$ 、 $DyFeCo$ 、 $TbDyFeCo$ などの希土類-鉄族非晶質合金や、 Pt/Co 、 Pd/Co などの白金族-鉄族周期構造様と、垂直磁気異方性が大きく安定に磁化状態が保持できるものが望ましい。

【0045】次に、本実施形態の光磁気記録媒体へのデータ信号の記録動作について簡単に説明する。

【0046】データ信号の記録は、記録媒体を移動させながら、磁性層3がキュリー温度以上になるようなパワーを有するレーザ光をトラックに沿って照射しながら外部磁場を記録すべきデータ信号に応じて変調して行うか、または、一定方向の磁界を印加しながら記録すべきデータ信号に応じてレーザパワーを変調して行う。後者の場合は、光スポットの所定領域のみが磁性層3のキュリー温度近傍になるようにレーザ光の強度を調整すれば、その光スポット径以下の記録磁区を形成することができる。その結果、光の回折限界以下の周期で信号記録を行うことができる。

【0047】図3に、図1に示した光磁気記録媒体へのデータ記録およびその再生が可能な記録再生装置の光学系の一例を示す。レーザ光源81は記録再生用のもので、波長は680nmである。

【0048】レーザ光源81から出射されたレーザ光の進行方向に、コリメートレンズ83、ビーム成形付きビームスプリッタ84、対物レンズ85が順次配置されている。ビーム成形付きビームスプリッタ84は、レーザ光源81からのレーザ光(680nm)の、P偏光成分を70~80%透過し、S偏光成分を100%反射するよう設計されている。対物レンズ85は、図1

(a)に示した構造の光磁気記録媒体86に対向配置されるもので、レーザ光源81から出射したレーザ光がこの対物レンズ85によって記録媒体86の記録面上に集光される。

【0049】この記録再生装置で、光磁気記録媒体86の記録面のグループ(またはランド)上において、レーザ光源81からのレーザ光(680nm)が集光された記録再生用スポットが形成される。データの再生は、光磁気記録媒体86を例えば線速度1.5m/sで移動しながら、記録再生用スポットを用いて行う。これにより、再生時には、記録媒体を図1(b)に示したような温度勾配で加熱することができる。

【0050】

【実施例】以下、本発明の光磁気記録媒体の実施例について図面を用いて具体的に説明する。

【0051】(実施例1)図4は、本発明の第1の実施例の光磁気記録媒体の基本的な層構成を示す模式的断面図である。この光磁気記録媒体は、前述の図1(a)に示したものと同様、基板8上に下地層9、磁壁移動層

である磁性層1、スイッチング層である磁性層2、記録層である磁性層3、上地層10が順次積層されている。

【0052】基板8としては、例えば、ポリカーボネート、ガラス等を用いることができる。本実施例では、基板8にトラックピッチ0.6μm、溝深さ180nm程度のランド/グループ記録用ガラス2P基板を用いた。下地層としては、例えば、 Si_3N_4 、 AlN 、 SiO_2 、 SiO 、 ZnS 、 MgF_2 などの透明誘電材料を使用することができる。保護層として再び形成される上地層10にも、これと同様の誘電材料を用いることができる。これら各層は、例えばマグネトロンスパッタ装置による連続スパッタリング、または連続蒸着等によって成膜形成することができる。

【0053】各磁性層1~3は、真空を破ることなく連続成膜することで、互いに交換結合することが可能となる。スイッチング層である磁性層2には、他の磁性層1、3と同様に希土類-鉄族非晶質合金を使用するが、他の磁性層1、3と比べてキュリー温度 T_s が150℃程度と最も低い垂直磁化膜 $Tb_{0.19}Fe_{0.81}$ を用いる。この磁性層2では、キュリー温度 T_s 以下で、他の磁性層1、3と交換結合することができる。磁壁移動層である磁性層1には、他の磁性層2、3と比べて磁壁移動度が大きく、かつ、垂直磁気異方性の小さい $Gd_{0.28}Fe_{0.60}Co_{0.10}Al_{0.05}$ を用いる。この磁性層1は、キュリー温度が270℃程度で、且つ、磁性層2のキュリー温度 T_s (150℃程度)近傍で希土類前格子磁化が優勢となる。記録層である磁性層3には、微小な記録ビットが形成でき、且つ形成された記録ビットが安定に保存できる、保持力の大きな $Tb_{0.22}Fe_{0.55}Co_{0.20}$ を用いる。この磁性層3は、キュリー温度が300℃程度で、磁性層2のキュリー温度 T_s (150℃程度)近傍で遷移金属前格子磁化が優勢となる。各磁性層1~3の膜厚は、例えば磁性層1(磁壁移動層)が30nm、磁性層2(スイッチング層)が10nm、磁性層3(記録層)が80nm程度とする。

【0054】以上のような構成の光磁気記録媒体について再生信号の評価を行った。信号評価はグループ部で行った。磁性層3へのデータ記録は、記録用光学系のレーザ波長 λ を680nm、対物レンズの開口数 NA を0.55、記録時の線速度を1.5m/sとして、レーザパワー3mWのレーザ光を照射しながら外部磁場300(Oe:エルステッド(CGS電磁単位系))を5MHzで変調して行った。このようにして記録したデータをパワー1.5mWのレーザ光を用いて再生したところ、図2(b)に示したように、位置Xa直後に信号が立ち上がる、矩形状の良い信号波形が得られた。

【0055】(比較例1)図5は、上述の第1の実施例の比較例である光磁気記録媒体の再生原理を説明するための図で、(a)は光磁気記録媒体の構成および再生用光ビーム照射による磁化状態の変化を示す模式的断面

図、(b)は再生用光ビーム照射によって記録媒体に形成される温度分布に対応する、磁壁移動層の飽和磁化および記録層の飽和磁化の分布を表すグラフ、(c)は

(b)の飽和磁化分布によって生じる静磁力の分布を表すグラフである。図5(a)において、符号1'～11'で示された部分は、図1(a)の符号1～11で示された部分とほぼ同様の構成のものであるが、磁壁移動層である磁性層1'の組成が図1(a)のものとは異なる。

【0056】本比較例の光磁気記録媒体では、磁性層1'は、他の磁性層2'、3'と比べて磁壁移動度が大きくなるように、垂直磁気異方性が小さい $Gd_{0.22}Fe_{0.62}Co_{0.10}Al_{0.06}$ を用いる。この磁性層1'は、キュリー温度が270℃程度で、且つ、磁性層2のキュリー温度 T_s (150℃程度)近傍で遷移金属副格子磁化が優勢となる。このため、媒体温度が磁性層2'のキュリー温度 T_s に達する位置Xa近傍では、図5(a)に示したように、交換結合した磁性層1'、3'の間では、磁性層1'の記録磁区21aの飽和磁化 M_{s1} と磁性層3'の記録磁区23aの飽和磁化 M_{s3} の方向は平行(互いの磁化の向きが同じ方向)となる。

【0057】位置Xaと位置Xb(磁性層3'の記録磁区23b、23cの間に位置する磁壁の位置)の間の領域を磁壁6'が通過する場合について考える。この領域では、磁性層1'の記録磁区21aの飽和磁化 M_{s1} と磁性層3'の記録磁区23bの飽和磁化 M_{s3} は反平行(互いの向きが反対方向を向いている)となるため、図5(c)に示したような、磁区を拡大させない方向へ作用する静磁力 F_{2b} が生じる。このため、磁壁移動開始温度 T_s 直後では、力 F_1 が小さいことに加えて、磁区を拡大させない方向へ静磁力 F_{2b} が働くため、磁壁6'は移動しにくくなる。結果、磁壁移動開始位置が不安定となる。

【0058】この比較例の光磁気記録媒体について、上述の第1の実施例の場合と同様の再生信号評価を行ったところ、再生信号は、位置Xa直後では立ち上がらず、図2(c)に示したような、丸みを帯びた信号波形となった。上述の第1の実施例と比べて、本比較例のものは、位置Xa直後の磁壁移動が遅れることが確認できた。

【0059】(実施例2)図6は、本発明の第2の実施例の光磁気記録媒体の再生原理を説明するための図で、

(a)は光磁気記録媒体の構成および再生用光ビーム照射による磁化状態の変化を示す模式的断面図、(b)は再生用光ビーム照射によって記録媒体に形成される温度分布に対応する、磁壁移動層の飽和磁化および記録層の飽和磁化の分布を表すグラフ、(c)は(b)の飽和磁化分布によって生じる静磁力の分布を表すグラフである。図6(a)において、図1(a)に示したものと同一部分には同じ符号を付している。

【0060】本実施例の光磁気記録媒体は、磁壁移動層の組成を変えた以外は上述の第1の実施例の光磁気記録媒体と同様の構成のものである。磁壁移動層である磁性層1には、他の磁性層2、3と比べて磁壁移動度が大きくなるように、垂直磁気異方性が小さい $Gd_{0.23}Fe_{0.61}Co_{0.10}Al_{0.06}$ を用いる。この磁性層1は、キュリー温度が260℃程度で、150℃(スイッチング層である磁性層2のキュリー温度 T_s)近傍で希土類副格子磁化が優勢となり、且つ、150℃とキュリー温度260℃の間に補償温度をもつような組成となっている。

【0061】本実施例の光磁気記録媒体では、媒体温度が磁性層2のキュリー温度 T_s に達する位置Xaの近傍では、図6(a)に示すように、交換結合した磁性層1、3の間では、磁性層1の記録磁区31aの飽和磁化 M_{s1} と磁性層3の記録磁区33aの飽和磁化 M_{s3} の方向は反平行(互いの向きが反対方向を向いている)となる。

【0062】位置Xaと位置Xb(媒体温度が磁性層1のキュリー温度270℃に達する位置であって、記録磁区33b、33cの間の磁壁の位置に同じ)の間の領域を磁壁6が通過する場合について考える。この領域では、磁性層1の記録磁区31aの飽和磁化 M_{s1} と磁性層3の記録磁区33bの飽和磁化 M_{s3} は平行(互いの向きが同じ方向を向いている)となるため、図6(c)に示すような、磁区を拡大させる方向へ作用する静磁力 F_{2b} が生じる。磁壁6の移動には、この静磁力 F_{2b} と前述の式(2)より求まる力 F_1 の2つの力が作用する。このように、磁区を拡大させる方向へ作用する静磁力 F_{2b} が生じることで、磁壁移動開始温度 T_s 直後の磁壁6の駆動力が増大し、結果的に、磁壁移動開始位置が安定することになる。

【0063】位置Xbと位置Xc(磁壁移動後の位置であって、磁性層3の記録磁区33c、33dの間の磁壁の位置に同じ)の間の領域を磁壁6が通過する場合について考える。この領域では、上述の第1の実施例のものは異なり、磁性層1の記録磁区31aの飽和磁化 M_{s1} と磁性層3の記録磁区33bの飽和磁化 M_{s3} は平行(互いの向きが同じ方向を向いている)となるが(図6(a)参照)、磁性層1の記録磁区31aが補償温度に達するので、磁性層1の飽和磁化 M_{s1} がゼロへ減少し(図6(b)参照)、磁壁移動を妨げる静磁的な力 F_{2c} は非常に小さくなる(図6(c)参照)。なお、前述の式(2)より求まる力 F_1 は十分に大きいので、この力 F_1 のみで磁壁6には十分な駆動力が作用する。

【0064】次に、補償温度について簡単に説明する。図7は、フェリ磁性体の補償温度を説明するための特性図である。縦軸に飽和磁化を表し、横軸に温度をとってある。白抜き矢印は飽和磁化を表し、黒線矢印は遷移金属副格子磁化を表し、破線矢印は希土類副格子磁化を表している。図7に示すように、フェリ磁性体の飽和磁化

は温度上昇とともに減少し、ある温度で飽和磁化の向きが反転する。この飽和磁化の向きが反転する温度を補償温度といい、この補償温度では飽和磁化 M_s はゼロになる。ただし、飽和磁化 M_s がゼロになっても、図7に示すように副格子は磁気モーメントを持つ。この補償温度は、磁性層1の組成比によって調節する事が出来る。

【0065】十分な信号を得るには、位置 X_a から位置 X_c の間の広域に遷移金属副格子の磁気モーメントが残っている必要がある。上述した第1の実施例では、遷移金属副格子の磁気モーメントが存在する温度では飽和磁化 M_s も存在するため、浮遊磁界の影響が残り、その結果、磁区拡大を妨げる力 F_D も多少残ってしまう。これに対して、本実施例の場合は、位置 X_a と位置 X_c の間に補償温度を持つように構成されているので、この領域における遷移金属副格子の磁気モーメントが存在したまま、浮遊磁界の影響を非常に小さくすることができる。

【0066】本実施例の光磁気記録媒体について、上述の第1の実施例の場合と同様の記録再生信号評価を行ったところ、第1の実施例のものより更に矩形性の良い再生信号波形が得られた。

【0067】(実施例3) 本発明の第3の実施例の光磁気記録媒体は、磁壁移動層、スイッチング層、記録層の組成を変えた以外は上述の第1の実施例の光磁気記録媒体のものと同様のものである。スイッチング層は、キュリー温度が 130°C 程度になるような組成 $\text{ Tb}_{0.19}\text{ Fe}_{0.73}\text{ Al}_{0.08}$ とした。磁壁移動層は、キュリー温度が 260°C 程度で、且つ、スイッチング層のキュリー温度 T_s (130°C) 近傍で遷移金属副格子磁化が優勢になるような組成 $\text{ Gd}_{0.22}\text{ Fe}_{0.61}\text{ Co}_{0.10}\text{ Al}_{0.07}$ とした。記録層は、キュリー温度が 320°C 程度で、且つ、スイッチング層のキュリー温度 T_s (130°C) 近傍で希土類副格子磁化が優勢となるような組成 $\text{ Tb}_{0.26}\text{ Fe}_{0.52}\text{ Co}_{0.23}$ とした。

【0068】本実施例の光磁気記録媒体について、上述の第1の実施例の場合と同様の記録再生信号評価を行ったところ、第1、第2の実施例のものと比較して振幅の大きな再生信号波形が得られた。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、磁壁移動開始温度直後から十分な磁壁駆動力を得ることができるので、磁壁移動開始位置の揺らぎがなくなり、ジッターの抑制された信号再生を行うことができる。この結果、矩形性の良い、振幅の大きな再生信号波形を得ることができ、従来より安定した信号再生を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態である光磁気記録媒体およびその情報再生原理を説明するための図で、(a)は光磁気記録媒体の構成および再生用光ビーム照射による磁化状態の変化を示す模式的断面図、(b)はその再生用

光ビーム照射時の光磁気記録媒体に形成される温度分布を示す特性図、(c)は(b)の温度分布に対応する磁壁移動層の磁壁エネルギー密度 σ の分布を示す特性図、(d)は(b)の温度分布に対応する、磁壁移動層の飽和磁化および記録層の飽和磁化の分布を表す特性図、(e)は(d)の飽和磁化分布によって生じる静磁力の分布を表す特性図である。

【図2】(a)は、記録層に形成される記録磁区の一例を示す模式図、(b)は、(a)の記録磁区を図1に示す情報再生原理で再生した場合の再生信号を示す波形図、(c)は(a)の記録磁区を従来の再生方法で再生した場合の再生信号を示す波形図である。

【図3】図1に示した光磁気記録媒体へのデータ記録およびその再生が可能な記録再生装置の光学系の一例を示す図である。

【図4】本発明の第1の実施例の光磁気記録媒体の基本的な層構成を示す模式的断面図である。

【図5】比較例の光磁気記録媒体の再生原理を説明するための図で、(a)は光磁気記録媒体の構成および再生用光ビーム照射による磁化状態の変化を示す模式的断面図、(b)は再生用光ビーム照射によって記録媒体に形成される温度分布に対応する、磁壁移動層の飽和磁化および記録層の飽和磁化の分布を表す特性図、(c)は(b)の飽和磁化分布によって生じる静磁力の分布を表す特性図である。

【図6】本発明の第2の実施例の光磁気記録媒体の再生原理を説明するための図で、(a)は光磁気記録媒体の構成および再生用光ビーム照射による磁化状態の変化を示す模式的断面図、(b)は再生用光ビーム照射によって記録媒体に形成される温度分布に対応する、磁壁移動層の飽和磁化および記録層の飽和磁化の分布を表す特性図、(c)は(b)の飽和磁化分布によって生じる静磁力の分布を表す特性図である。

【図7】フェリ磁性体の補償温度を説明するための特性図である。

【図8】特開平6-290496号公報に開示された光磁気記録媒体およびその情報再生原理を説明するための図で、(a)は光磁気記録媒体の構成および再生用の光ビームが照射された部分の磁化状態を示す模式的断面図、(b)はその光ビーム照射時の光磁気記録媒体に形成される温度分布を示す特性図、(c)は(b)の温度分布に対応する磁壁移動層の磁壁エネルギー密度 σ の分布を示す特性図である。

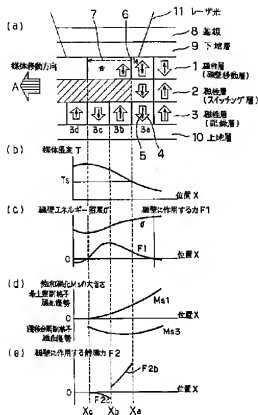
【符号の説明】

- 1~3、1'~3'、111~113 磁性層
- 1a、3a~3d、21a、23a~23d、31a、33a~33d、133 磁区
- 4、4' 飽和磁化
- 5、5' 遷移金属原子スピンの向き
- 6、6'、115、134 磁壁

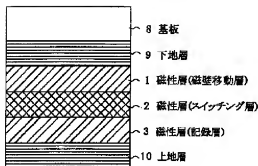
7、7'、117 磁壁の移動方向
 8、8' 基板
 9、9' 下地層
 10、10' 上地層
 11、11' レーザ光
 114 原子スピンの向き

116 光ビームスポット
 131 再生用スポット
 132 再生用スポット移動方向
 135 磁壁移動方向
 136 情報トラック

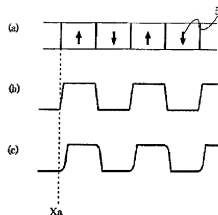
【図1】



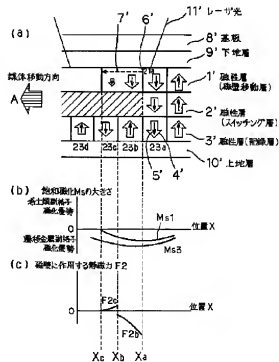
【図4】



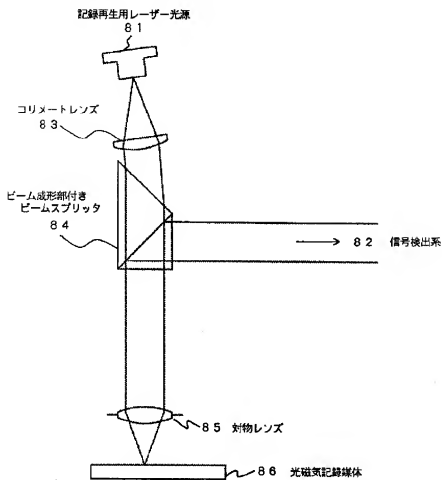
【図2】



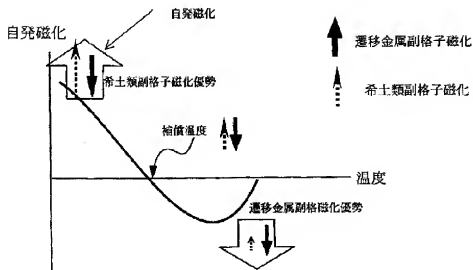
【図5】



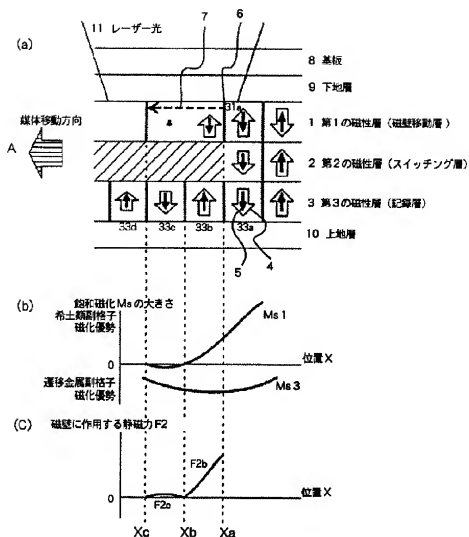
【図3】



【図7】



【図6】



【図8】

